

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-019338

(43)Date of publication of application : 23.01.2002

(51)Int.Cl.

B42D 15/02

B42D 15/10

G02B 5/18

G02B 5/32

G02B 6/12

G03H 1/22

G06K 19/06

(21)Application number : 2000-210210

(71)Applicant : NIPPON TELEG & TELEPH CORP <NTT>
NTT ADVANCED TECHNOLOGY CORP

(22) Date of filing : 11.07.2000

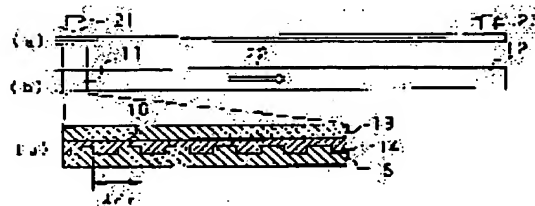
(72)Inventor : YAGI IKUTAKE
IMAI KANEYUKI
TATE AKIYUKI
IMAMURA SABURO

(54) WAVEGUIDE HOLOGRAM TYPE FORGERY PREVENTIVE SEAL, ARTICLE HAVING THE SAME AND METHOD FOR CERTIFYING USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a waveguide hologram type forgery preventive seal capable of certifying validity of a carrying person by applying to a relatively easy forgery and certifying an unopen commodity package or the like by applying to the package by incorporating a function equivalent to a hologram or the like of a watermark of a paper money, a microscopic character or a credit card, an article having the same and a method for certifying using the same.

SOLUTION: The waveguide hologram type forgery preventive seal comprises an input unit 11 and an output unit 12 formed in a single mode plane optical waveguide, and a grating 16 of λ/n formed at a clad 15 of the unit 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3594886

[Date of registration]

10.09.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-19338

(P2002-19338A)

(43) 公開日 平成14年1月23日 (2002.1.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コード (参考)
B 4 2 D 15/02	5 0 1	B 4 2 D 15/02	5 0 1 M 2 C 0 0 5
15/10	5 0 1	15/10	5 0 1 P 2 H 0 4 7
			5 0 1 G 2 H 0 4 9
			5 0 1 L 2 K 0 0 8
G 0 2 B 5/18		G 0 2 B 5/18	5 B 0 3 5
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-210210(P2000-210210)

(22) 出願日 平成12年7月11日 (2000.7.11)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(71) 出願人 000102739

エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社

東京都新宿区西新宿二丁目1番1号

(72) 発明者 八木 生剛

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

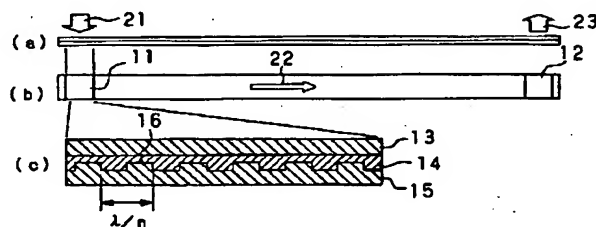
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導波路ホログラム型偽造防止シールとそれを備えた物品及びそれを用いた認証方法

(57) 【要約】

【課題】 紙幣における透かしやマイクロ文字、クレジットカードにおけるホログラム等と同等の機能を有し、比較的偽造が容易なものに適用することで携帯者の正当性を保証することができ、商品パッケージ等に適用することにより商品パッケージ等の未開封を証明することができる導波路ホログラム型偽造防止シールとそれを備えた物品及びそれを用いた認証方法を提供することにある。

【解決手段】 本発明の導波路ホログラム型偽造防止シールは、シングルモード平面型光導波路内に入力部11及び出力部12が形成され、入力部11のクラッド15には λ/n のグレーティング16が形成されていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シングルモード平面型光導波路の複数カ所にホログラムが形成され、

これらのホログラムのうち、少なくとも1つを、外部から前記光導波路内に入射する外部光を該光導波路内で結合して導波光とする外部光結合用ホログラムとし、少なくとも他の1つを、前記導波光を回折し得られた回折光を前記光導波路外にて結像する回折光結像用ホログラムとしたことを特徴とする導波路ホログラム型偽造防止シール。

【請求項2】 前記ホログラムは、前記光導波路内に形成された凹凸であることを特徴とする請求項1記載の導波路ホログラム型偽造防止シール。

【請求項3】 複数の前記光導波路を積層してなることを特徴とする請求項1または2記載の導波路ホログラム型偽造防止シール。

【請求項4】 前期外部光結合用ホログラムは、一定周期のグレーティングからなることを特徴とする請求項1、2または3記載の導波路ホログラム型偽造防止シール。

【請求項5】 前期外部光結合用ホログラムの上方に、凹凸分布を有する構造体を少なくとも1つ配置し、前記外部光は、該凹凸構造体を通過後に前記外部光結合用ホログラムに入射する構成としたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項記載の導波路ホログラム型偽造防止シール。

【請求項6】 前記外部光結合用ホログラムは、ほぼ一定周期のグレーティングからなり、かつ、2 μ mないし1mm程度の間隔で周期が異なることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項記載の導波路ホログラム型偽造防止シール。

【請求項7】 各層の前記外部光結合用ホログラムのグレーティングの周期が層によって異なることを特徴とする請求項3ないし6のいずれか1項記載の導波路ホログラム型偽造防止シール。

【請求項8】 前記外部光結合用ホログラムの入射側に位相変調手段を設けてなることを特徴とする請求項5、6または7記載の導波路ホログラム型偽造防止シール。

【請求項9】 前記位相変調手段は、実位相パターンまたはフーリエ位相パターンであることを特徴とする請求項8記載の導波路ホログラム型偽造防止シール。

【請求項10】 請求項1ないし9のいずれか1項記載の導波路ホログラム型偽造防止シールを備えた物品であって、

被接着物上に前記偽造防止シールが接着され、少なくとも該偽造防止シールを覆うように透明シールが接着され、前記被接着物と前記偽造防止シールとの間の接着強度、前記偽造防止シールと前記透明シールとの間の接着強度、及び前記透明シールと前記被接着物との間の接着強

度は、

前記光導波路のコアとクラッドとの間の接着強度より大きいことを特徴とする物品。

【請求項11】 請求項8または9記載の導波路ホログラム型偽造防止シールを用いた認証方法であって、前記偽造防止シールと前記位相変調手段が合致するか否かを認識し、この認識結果に基づき認証の可否を判定することを特徴とする認証方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、導波路ホログラム型偽造防止シールとそれを備えた物品及びそれを用いた認証方法に関し、更に詳しくは、紙幣における透かしやマイクロ文字、クレジットカードにおけるホログラム等と同等の機能を有し、しかも、パスポート、免許証、保険証、各種会員証等、比較的偽造が容易なものに適用することにより、これらの携帯者の正当性を保証し、あるいは商品パッケージ等に適用することにより、該商品パッケージ等の未開封を証明することが可能な導波路ホログラム型偽造防止シールとそれを備えた物品及びそれを用いた認証方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、紙幣、クレジットカード、パスポート、免許証、保険証、各種会員証等においては、製造に高度な技術を要する物を付帯させて偽造防止を図る手法が用いられている。例えば、紙幣の透かしやマイクロ文字、クレジットカードにおけるホログラム等である。しかし、これらの例は、紙幣やカードを製造する際に作り込まれる物であるから、大量に同一物を作製する場合に適用されるもので、特に安全性を意識しないで製造された物に対して偽造防止を施すものではない。製造後の物品に対して何らかのシールを貼付することで、物品の偽造を防止すると同時に、安全性を向上させるには、貼付するシールは以下の基準を満たしていることが望ましい。

【0003】(1) 偽造することが極めて困難であること。

(2) 正当な製造者は安価に製造することができること。

(3) 真贋の判別が容易であること。

(4) 簡単に貼ることができるが、剥がすことは困難であること。

(5) たとえ剥がすことができたとしても、剥がすと二度と使えなくなること。

(6) 重要度に応じて安全性のレベルを変更することができること。等々である。

【0004】一方、偽造が困難でしかも記憶容量の大きな情報記録媒体として、ホログラフィーを用いたホログラム情報記録媒体が提案されている。しかしながら、従来のホログラム情報記録媒体においては、記憶容量に優

れたものは大量生産ができず、印刷技術を応用した大量生産が可能なのは記憶密度が制限されるために大きな記憶容量を確保することができない等、様々な問題点がある。そこで、本発明者等は、偽造が困難でしかも大量生産可能な平面ホログラムの原理を用いる一方で、この平面ホログラムを多層に重ね、かつ、各層からのホログラムを独立に再生することを可能とした再生専用多重ホログラムカードを提案した（特願平10-32578号）。

【0005】図9は、この再生専用多重ホログラムカードを示す断面図であり、この再生専用多重ホログラムカード1は、／クラッド2-1／コア3-1／クラッド2-2／…コア3-n-1／クラッド2-n／の様な周期層構造の端部が45°の反射面4になっている。そして、何れの／クラッド／コア／クラッド／単位においても、使用するレーザー光5の波長に対して平面型シングルモード導波路になっている。この再生専用多重ホログラムカード1では、屈折率が1.48程度の通常の高分子材料を用いてコアとクラッドを作製する場合、シングルモード条件からコアの厚みを2.4μm以下にする必要がある。また、コア間のクロストークを押さえるため、クラッドの厚みを6μmより十分厚くする必要がある。

【0006】この再生専用多重ホログラムカード1では、レーザー光5は凸レンズ6により焦点を各コア（図3では、コア3-5）の45°カット位置に合わせるように集光され、反射面4により反射されて各コア（図3では、コア3-5）内を導波光7として伝搬する。この導波光7は、コア3-5内を伝搬する間に散乱要因8により回折されてコア3-5外に回折光9となって現れ、この回折光9がホログラム像10を形成する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、世の中一般の技術レベルの進歩に伴い、偽造の技術も進歩するため、同じ技術を用いていたのでは基準（1）の条件は満たされなくなってしまう。例えば、磁気情報を貼付する方式では、すでに偽造が比較的簡単に行われているために、各所で偽造の被害が発生している。また、通常のホログラムシールも、ホログラム製造技術は既に限られた機関が独占できる技術ではない上に、基準（5）を満たしていないので、安全とはいえない。

【0008】また、上述した再生専用多重ホログラムカードをシールにすると、基準（1）および基準（2）は後述するように簡単に達成できるが、従来型の導波路ホログラムでは、基準（3）以降の基準を満たしていない。例えば、回折像を得るためには、少なくとも導波路に光を結合してやらねばならないが、1μm程度の厚みしかないコア層に、正確に集光ビームをマッチさせるためには、少なくとも人間の手を用いる限り、非常にまれな偶然を期待しなければならないという問題点があった。

【0009】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、紙幣における透かしやマイクロ文字、クレジットカードにおけるホログラム等と同等の機能を有し、しかも、パスポート、免許証、保険証、各種会員証等、比較的偽造が容易なものに適用することにより、これらの携帯者の正当性を保証することができ、また、商品パッケージ等に適用することにより、該商品パッケージ等の未開封を証明することができる導波路ホログラム型偽造防止シールとそれを備えた物品及びそれを用いた認証方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は次の様な導波路ホログラム型偽造防止シールとそれを備えた物品及びそれを用いた認証方法を採用した。すなわち、請求項1記載の導波路ホログラム型偽造防止シールは、シングルモード平面型光導波路内の複数カ所にホログラムが形成され、これらのホログラムのうち、少なくとも1つを、外部から前記光導波路内に入射する外部光を該光導波路内で結合して導波光とする外部光結合用ホログラムとし、少なくとも他の1つを、前記導波光を回折し得られた回折光を前記光導波路外にて結像する回折光結像用ホログラムとしたことを特徴とする。

【0011】この導波路ホログラム型偽造防止シールでは、シングルモード平面型光導波路内の複数カ所にホログラムを形成し、これらのホログラムのうち、少なくとも1つを、外部から前記光導波路内に入射する外部光を該光導波路内で結合して導波光とする外部光結合用ホログラムとし、少なくとも他の1つを、前記導波光を回折し得られた回折光を前記光導波路外にて結像する回折光結像用ホログラムとしたことにより、偽造することが極めて困難になるとともに、真贋の判別を容易に行うことが可能になり、しかも、正当な製造者であれば容易かつ安価に製造することが可能である。これにより、正当な保持者の正当性を保証することが可能になり、安全性が向上する。

【0012】請求項2記載の導波路ホログラム型偽造防止シールは、請求項1記載の導波路ホログラム型偽造防止シールにおいて、前記ホログラムは、前記光導波路内に形成された凹凸であることを特徴とする。

【0013】請求項3記載の導波路ホログラム型偽造防止シールは、請求項1または2記載の導波路ホログラム型偽造防止シールにおいて、複数の前記光導波路を積層してなることを特徴とする。

【0014】この導波路ホログラム型偽造防止シールでは、複数の前記光導波路を積層した構成とすることにより、偽造の困難性が高まり、保証の正確性も高まる。したがって、安全性がさらに向上する。

【0015】請求項4記載の導波路ホログラム型偽造防止シールは、請求項1、2または3記載の導波路ホログ

ラム型偽造防止シールにおいて、前期外部光結合用ホログラムは、一定周期のグレーティングからなることを特徴とする。

【0016】請求項5記載の導波路ホログラム型偽造防止シールは、請求項1ないし4のいずれか1項記載の導波路ホログラム型偽造防止シールにおいて、前期外部光結合用ホログラムの上方に、凹凸分布を有する構造体を少なくとも1つ配置し、前記外部光は、該凹凸構造体を通過後に前記外部光結合用ホログラムに入射する構成としたことを特徴とする。

【0017】請求項6記載の導波路ホログラム型偽造防止シールは、請求項1ないし5のいずれか1項記載の導波路ホログラム型偽造防止シールにおいて、前記外部光結合用ホログラムは、ほぼ一定周期のグレーティングからなり、かつ、 $2\mu\text{m}$ ないし 1mm 程度の間隔で周期が異なることを特徴とする。

【0018】請求項7記載の導波路ホログラム型偽造防止シールは、請求項3ないし6のいずれか1項記載の導波路ホログラム型偽造防止シールにおいて、各層の前記外部光結合用ホログラムのグレーティングの周期が層によって異なることを特徴とする。

【0019】請求項8記載の導波路ホログラム型偽造防止シールは、請求項5、6または7記載の導波路ホログラム型偽造防止シールにおいて、前記外部光結合用ホログラムの入射側に位相変調手段を設けてなることを特徴とする。

【0020】請求項9記載の導波路ホログラム型偽造防止シールは、請求項8記載の導波路ホログラム型偽造防止シールにおいて、前記位相変調手段は、実位相パターンまたはフーリエ位相パターンであることを特徴とする。

【0021】請求項10記載の物品は、請求項1ないし9のいずれか1項記載の導波路ホログラム型偽造防止シールを備えたもので、被接着物上に前記偽造防止シールが接着され、少なくとも該偽造防止シールを覆うように透明シールが接着され、前記被接着物と前記偽造防止シールとの間の接着強度、前記偽造防止シールと前記透明シールとの間の接着強度、及び前記透明シールと前記被接着物との間の接着強度は、前記光導波路のコアとクラッドとの間の接着強度より大きいことを特徴とする。

【0022】この物品では、被接着物上に本発明の偽造防止シールを接着し、少なくとも該偽造防止シールを覆うように透明シールを接着し、前記被接着物と前記偽造防止シールとの間の接着強度、前記偽造防止シールと前記透明シールとの間の接着強度、及び前記透明シールと前記被接着物との間の接着強度を、前記光導波路のコアとクラッドとの間の接着強度より大としたことにより、簡単に貼ることができ、しかも、剥がすことが困難で、たとえ剥がすことができたとしても当初の状態に戻すことが不可能であるから、二度と使用することができなく

なる。これを商品パッケージ等に適用すれば、該商品パッケージ等の未開封を証明することが可能になる。

【0023】請求項11記載の認証方法は、請求項8または9記載の導波路ホログラム型偽造防止シールを用いた認証方法であって、前記偽造防止シールと前記位相変調手段が合致するか否かを認識し、この認識結果に基づき認証の可否を判定することを特徴とする。

【0024】この認証方法では、前記偽造防止シールと前記位相変調手段が合致するか否かを認識し、この認識結果に基づき認証の可否を判定することにより、簡単な構成でしかも極めて短時間に認証の可否を判定することが可能になり、しかも安全性に優れている。

【0025】本発明について、さらに説明を付け加えると、上述した6つの基準に照らして、導波路ホログラムの技術を採用することで(1)の基準を満足させる。ホログラムの再生には、“目で見える”ことを考慮して可視光用ではあってもレーザーを用いる。ただし、必要があれば、CCD、あるいはCMOSディテクタ等の受光器と画像認識技術を用いてもよい。ここで、可視光用レーザーを用いることは、一般の利用者には、どのような情報が書かれているか知ることが困難であるから、セキュリティの向上に資する。

【0026】光源は数mm以上のコヒーレンス長を有する可視光用レーザーならいずれでも良く、その波長に合わせて導波路ホログラムを作ることである。より具体的には、必要とするセキュリティのレベルに応じて、波長を設定すればよい。例えば、波長を短くすればほど、導波路ホログラムの製造が難しくなるから、偽造に対するセキュリティレベルが向上するし、一般に短波長のレーザー光源は入手困難である。

【0027】ただし、費用対効果の観点から考えると、コンパクトディスクの再生用光源に用いられる安価な赤色半導体レーザーを用いるのがよい。この場合においても、ホログラムの凹凸は、波長 780nm の赤色レーザー光に対して $0.5\mu\text{m}$ ピッチで、 $0.2\mu\text{m}$ 以下の太さの極細線で描かれなければならない。しかしながら、現時点の技術レベルでは、このような極細線を描く技術は限られた機関においてのみ実施可能であるから、例えば、悪意を有する第三者が、このような極細線を描く技術を手にする可能性は小さい。さらに、光導波路を形成する技術が必要であるから、微細加工技術と導波路化技術を同時に有する必要がある。このような技術が一般に広まるためには、なお10年単位の時間が必要になろう。

【0028】ちなみに、レーザー光の波長が 410nm の場合、ホログラムの凹凸は $0.3\mu\text{m}$ ピッチ、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の極細線加工を必要とするために、原盤を作製するのに電子線描画装置、もしくはdeep UV描画装置が必要になる。これらの装置は、一部の研究機関等においてはすでに確立され、保有された技術であるが、一般への普及には、さらに長い年月が必要となろう。一

方、原盤作製と導波路化技術を有する機関であれば、大量生産可能であることが導波路ホログラムのメリットであるから、上述した基準(1)および基準(2)は、導波路ホログラムそのものの特性として、ある程度満たされているものである。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の導波路ホログラム型偽造防止シールとそれを備えた物品及びそれを用いた認証方法の各実施の形態について図面に基づき説明する。

【0030】【第1の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを示す図であり、(a)は側面図、(b)は上面図、(c)は入力部を拡大した一部拡大断面図であり、図において、符号11は入力部、12はホログラムが形成された出力部、13は導波路を構成するクラッド、14は同コア、15は同クラッド、16は周期が λ/n の微細な凹凸からなるグレーティングである。また、21は平面波からなる外部光、22は導波光、23は回折光である。この偽造防止シールは、上述した基準(3)を満足するために、導波路ホログラムへの外部光の結合方法に細工を施したもので、グレーティング16による外部光の結合を行う構成である。

【0031】次に、図1に基づき外部光結合法を説明する。ここでは、簡単のために、コア14は1層のみ作られているとする。平面波である外部光21は、入力部11に照射される。入力部11では、使用光の空気中の波長を λ 、コア14の屈折率を n として、周期が λ/n のグレーティング16が導波路内に形成されている。このとき、周期が λ/n のグレーティング16と外部光21との相互作用により、ほぼグレーティングベクトルの方向に進行する導波光22が発生する。ここで、入力部11のグレーティングベクトルの方向に、ホログラムが形成されている出力部12を形成しておけば、回折光23を得ることができる。

【0032】この様な外部光結合方式を採用することにより、上述した基準(3)を満足することができる。入力部11の光束の大きさはミリメートル(mm)の大きさであるから、光束がそれより大きな平面波21を用意すれば、“手動で”位置合わせを行うことは容易である。また、回折光23は目視で認識可能であるから、CCDその他の受光器を用意する必要もない。ただし、既述したように、自動認識の必要がある場合などにおいては、CCDやCMOSディテクタ等の二次元受光器と画像認識技術を併用すればよい。

【0033】さて、導波路ホログラムの特性として、上述した基準(1)および基準(2)はある程度満足されているが、たとえ、導波路ホログラムを作製する技術を有する機関であっても、正当な製造者でない限り同一の物を作製することができない仕組みを付与すること

は、基準(6)を満足する上で重要である。この仕組みを付与したものが次に説明する導波路ホログラム型偽造防止シールである。

【0034】【第2の実施の形態】図2は、本発明の第2の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを示す断面図であり、(a)は入力光が導波路に結合しない場合、(b)は入力光が導波路に接合する場合をそれぞれ示している。

【0035】図において、符号31はクラッド、32はコア、33はクラッド、34は表面の凹凸、35は導波路内の一様グレーティング、36はクラッド、37はコア、38はクラッド、39は表面の凹凸、40は導波路内の一様グレーティングである。また、41は平面波の入力光、42は表面の凹凸34によって変調された入力光、43は導波路に結合できるように予め位相変調された入力光、44は表面の凹凸39によって平面波に変換された入力光、45は導波光である。

【0036】この偽造防止シールは、光波面に位相変調を付与し、位相変調パターンを暗号鍵として用いる。ここで、位相変調と、その暗号鍵化について説明する。入力光が導波路に結合しない場合(a)と、入力光が導波路に結合する場合(b)とは、入力光41、43の位相が異なるために、結果が異なる。

【0037】入力光が導波路に結合しない場合(a)では、入力光41が平面波であるために、クラッド33の表面に形成された凹凸34によって変調されて入力光42となる。この入力光42は、その波面は凸部(領域A)では位相が遅れ、逆に凹部(領域B)では、相対的に位相が進む。したがって、領域Aと領域Bとで入力光42の波面の位相が 180° ずれていれば、コア32に達し、グレーティング35によって回折された光は互いに打ち消しあう。従って、外部光である入力光41が導波路と結合せず、導波光が存在しないので再生像が得られない。

【0038】一方、入力光が導波路に結合する場合(b)では、入力光43の位相をあらかじめ操作しておき、クラッド36上の凹凸39によって、この入力光43がクラッド36内に進入したときには平面波に変換された入力光44となるように調整してある。この場合、領域Aと領域Bで導波光が互いに強めあい、外部光と導波路の結合が起き、導波光45が発生する。従って、出力部からの再生像を観察することができる。

【0039】さて、外部光と導波光の結合強度を制御するという観点では、上述した第2の実施の形態と同様であるが、クラッド上に凹凸を形成するのではなく、入力部のグレーティングそのものに変調をかけることも可能である。この構成が次に説明する導波路ホログラム型偽造防止シールである。

【0040】【第3の実施の形態】図3は、本発明の第3の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シ

ルを示す断面図であり、(a)は入力光が導波路に結合しない場合、(b)は入力光が導波路に接合する場合をそれぞれ示している。

【0041】図において、符号51はクラッド、52はコア、53はクラッド、54は領域Aと領域Bで反転したグレーティング、56はクラッド、57はコア、58はクラッド、59は領域Aと領域Bで反転したグレーティングである。また、61は平面波の入力光、62はクラッド56内を進む平面波のままの入力光、63は導波路に結合できるように予め位相変調された入力光、64はクラッド56内を進む位相変調されたままの入力光、65は導波光である。

【0042】この入力光が導波路に結合しない場合

(a)と、入力光が導波路に結合する場合(b)は、同じ構造を有するものであるが、上記の第2の実施の形態と同様、入力光61、63が相異なるために結果が異なる。入力光が導波路に結合しない場合(a)、入力光61は平面波であって、ここでは図2と異なりクラッド51の表面には凹凸が無いので、クラッド51を進む入力光62も平面波である。しかし、コア52に形成されている領域Aと領域Bで反転したグレーティング54が変調され、領域Aと領域Bで180°異なる位相の導波光を生成するため、うち消しあう。したがって、外部光である入力光61が導波路に結合しないので、再生像も得られない。

【0043】一方、入力光が導波路に結合する場合

$$\sum_{i,j} \exp \{i(\alpha \theta_{ij} - \beta \theta_{ij})\} = \delta_{\alpha\beta} \sum_{i,j} 1 \quad \dots (1)$$

を満たすことである。但し、

【数4】

$$\delta_{\alpha\beta}$$

はクロネッカーのデルタである。

【0046】一般に、振幅マスクと異なり、位相マスクを作製するのは費用がかかるので、250000種類の位相マスクをすべて試すという作業には膨大な費用と時間を要する。従って、導波路ホログラムの作製技術を有する機関であっても、その位相変調パターンを知らない限り、複製することは困難であり、上述した基準(6)を満たすことがわかる。

【0047】この第2及び第3の実施の形態の偽造防止シールにおいては、必要に応じて各層の外部光結合用ホログラムのグレーティングの周期を層によって異なる構成を付加することで、安全性のレベルをさらに上げることが可能である。偽造が疑われる時には、通常は使わない層と波長と位相パターンを用いる。この構成を第2の実施の形態の偽造防止シールに付加する場合には、入力部の位置は互いに重ならないように配置する必要があるが、この構成を第3の実施の形態の偽造防止シールに付加する場合には、入力部は互いに重なりがあっても良

(b)では、グレーティング59の変調を見込んで、入力光63の位相を変調してあるため、領域Aと領域Bで生成される導波光が強めあう。結果として、導波光65が発生し、再生像が得られることになる。この偽造防止シールにおいても、外部光の変調を伴って初めて再生像を得るようにすることができる。

【0044】上述した第2及び第3の実施の形態の偽造防止シールにおいては、外部光の変調を伴って初めて再生像を得るようにすることができる。ここで、位相変調パターンが暗号鍵の役割を果たしている。ここで、例えば、位相変調の単位を2μm、入力部の大きさを1mm角とすると、位相変調は500×500ピクセルとなる。また、互いに直交する位相パターンは、ピクセル数と同じパターン種類があるので、250000種類のパターンを取り得る。

【0045】ここで、位相が直交するとは、位相パターンα、βにおける第(i, j)ピクセルの位相を、それぞれ

【数1】

$$\{\alpha \theta_{ij}\}$$

【数2】

$$\{\beta \theta_{ij}\}$$

としたとき、

【数3】

い。

【0048】入力部が2ヵ所あることで、上記と同様の大きさを仮定すると、250000種類の位相パターンがあり得る。したがって、両方で250000×250000種類、即ち625億種類の位相パターンがあり得る。これを解読し偽造することは、実効上“不可能”である。また、第二層の波長や、第二層の存在そのものを秘密にしておくこともセキュリティレベルを上げるには有効である。

【0049】上述した基準(4)は、剥がし難い接着剤、例えば、2液混合タイプのエポキシ系接着剤等を用いることで満足することができる。より難しい基準は基準(5)であり、万が一剥がされた場合に、剥がされたという履歴が確認できる機能を有することである。この構成が次に説明する導波路ホログラム型偽造防止シールを備えた物品である。

【0050】[第4の実施の形態] 図4は、本発明の第4の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを備えた物品を示す部分断面図であり、図において、符号71は被接着物、72は導波路ホログラム型偽造防止シール、73は透明カバースील(透明シール)、7

4は被接着物71と透明カバーシール73との接着部、75は偽造防止シール72と透明カバーシール73との接着部、76は偽造防止シール72と被接着物71との接着部である。

【0051】被接着物71は、具体的には、パスポート用紙、各種免許証、会員証そのものである。偽造防止シール72は、クラッド81、コア82及びクラッド83により構成されている。ここでは、偽造防止シール72のコア82は1層しか示していないが、複数あってもよい。

【0052】ここで、被接着物71と透明カバーシール73との間の接着強度を A_{sb} 、被接着物71と偽造防止シール72との間の接着強度を A_{wb} 、透明カバーシール73と偽造防止シール72との接着強度を A_{sw} 、コア82とクラッド81、83との間の接着強度を A_{cc} とすると、

$A_{sb} \gg A_{cc}$ (2-1)

$A_{wb} \gg A_{cc}$ (2-2)

$A_{sw} \gg A_{cc}$ (2-3)

を満たしている。

【0053】すなわち、被接着物71と偽造防止シール72との間の接着強度、偽造防止シール72と透明カバーシール73との間の接着強度、及び透明カバーシール73と被接着物71との間の接着強度は、光導波路のコア82とクラッド81、83との間の接着強度より大となっている。以上により、透明カバーシール73を剥がそうと試みると、この透明カバーシール73が剥がれる前に、コア82とクラッド81、83との間の接着部分で剥がれることになり、二度と光を導波することはない。したがって、上述した基準(5)を満たすことができる。

【0054】[第5の実施の形態] 図5は、本発明の第5の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを示す図で、(a)は上面図、(b)は側面図であり、図において、符号91は偽造防止シールの入力部、92は同出力部である。この偽造防止シールは、ポリカーボネートシート93上に、クラッド94、コア95、クラッド96が順次積層され、このポリカーボネートシート93の裏面が接着面とされている。また、符号97は半導体レーザ、98は凸レンズ、99は導波光、100は回折光、101はボイスコイル等の振動手段により半導体レーザ97に与えられた振動である。

【0055】半導体レーザ97としては、光磁気ディスクの光源に用いられている680nmの赤色半導体レーザが好適に用いられる。この偽造防止シールは、厚み $221\mu\text{m}$ ×幅 1mm ×長さ 3cm の細長いシートである。このシートの長手方向の一方の端部に $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ の大きさの一樣グレーティングからなる入力部91が、もう一方の端部に $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ の大きさの出力部92が形成されている。入力部91の一樣グレーティン

グは、ピッチ $0.44\mu\text{m}$ ×深さ $0.2\mu\text{m}$ ×デューティ50%のグレーティングであり、入力部91のクラッド94にスタンパを押しつける事により形成される。

【0056】出力部92も入力部91と同様、凹凸で形成されるが、これは単純なグレーティングではなく、任意の波面を作り出すホログラムである。この偽造防止シールは、コア95を屈折率1.52、クラッド94、96を屈折率1.50のともに紫外線硬化樹脂を用いて作製する。コア95の厚みは $1\mu\text{m}$ 、クラッド94、96各々の厚みは $10\mu\text{m}$ である。これらコア95及びクラッド94、96全体の厚みは $21\mu\text{m}$ であるが、この厚みでは薄すぎて皺が寄るのを防げないので、厚み $200\mu\text{m}$ のポリカーボネートシート93で裏打ちされている。

【0057】この偽造防止シールを、ポリカーボネートシート93の裏面93aで、被接着物と接着剤を介して接着させる。従って、光はその反対側の面、すなわちクラッド96上方から入力し、回折光100が結像して得られる再生像も接着面と反対側から観察することになる。ここで、入力部91への外部光の結合には注意を要する。一般に、薄膜型ホログラムにおいては、導波路型ホログラムから外部への回折にはブラッグ条件が課せられなかった。その理由は、外部への回折光の回折角度に自由度があったためである。

【0058】一方、外部光の導波路への結合の場合においては、導波方向は導波路で束縛されているために、外部光に自由度を持たせなければならない。そのために、導波光の進行方向を含み、導波面に垂直な面で入力光の進行方向を可変にしなければならない。そのため、半導体レーザ97をボイスコイル等の振動手段を用いて紙面内で横方向に振動101させることで、半導体レーザ97から出射される入力光の入射方向を振動させ、この振動する入力光を焦点距離 f の凸レンズ98を用いて入力部91で平面波とする。

【0059】ここでは、入力部91が小さいので、凸レンズ98は直径が 1.5mm 、焦点距離 f が 3mm 程度の小さな物でよい。ボイスコイル等の振動手段による半導体レーザ97の振動101は数 10Hz 程度で、振幅も 0.1mm 程度あれば十分であるから、前記振動手段にかかる負担は軽微である。出力部92は、回折光100が導波路から 10cm 離れた位置に、 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ の大きさの像を結ぶように設計される。このように、導波路から 10cm 程度離せば、像の大きさを $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ の大きさから $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ の大きさに拡大結像させることは容易である。また、人間の目による観察も、 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ の大きさであれば容易である。

【0060】[第6の実施の形態] 図6は、本発明の第6の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを示す図で、(a)は上面図、(b)は側面図であり、図において、符号111は偽造防止シールの波長6

80nm用入力部、112は同532nm用入力部、113は同出力部である。この偽造防止シールは、ポリカーボネートシート93上に、厚み10 μ mのクラッド114、厚み0.7 μ mの532nm用コア115、厚み10 μ mのクラッド116、厚み1 μ mの680nm用コア117、厚み10 μ mのクラッド118が順次積層され、このポリカーボネートシート93の裏面が接着面とされている。

【0061】また、符号121は波長680nm用半導体レーザ、122は波長532nm用光ファイバ出射端、123は凸レンズ、124はボイスコイル等の振動手段により半導体レーザ121に与えられる振動、125はボイスコイル等の振動手段により光ファイバ出射端122に与えられる振動である。また、126は導波光、127は回折光である。

【0062】この偽造防止シールは、上述した第5の実施の形態の偽造防止シールとは、幅1mm×長さ3cmの細長いシートである点では同様であるが、コア層を二層備えた構成とした点異なる。また、上層のコア117が波長680nm用、下層のコア115が波長532nm用で、YAG・SHGレーザのレーザ光が好適である。波長680nm用入力部111は、532nm用入力部112に重ならないように形成される。出力部113は、上層のコア117及び下層のコア115に共通であるが、もちろん、層が異なる。

【0063】コア115、117の屈折率が1.52、クラッド114、116、118の屈折率が1.50である点は第5の実施の形態と同様である。クラッド114、116、118の厚みはすべて10 μ mであるが、コア115の厚みは0.7 μ m、コア117の厚みは1 μ mであるから、200 μ mの厚みのポリカーボネートシート93と併せると、トータルで231.7 μ m厚となる。680nm用入力部111は、ピッチ0.44 μ m×深さ0.2 μ m×デューティ50%のグレーティングにより構成され、532nm用入力部112は、ピッチ0.35 μ m×深さ0.2 μ m×デューティ50%のグレーティングにより構成されている。

【0064】この偽造防止シールは、通常は、680nm用半導体レーザ121のみによるチェックでよいが、偽造が疑われる場合には、532nmの回折光126もチェックする。ここでは、YAG・SHGレーザ（図示せず）により出射される532nmのレーザ光は、光ファイバ出射端122から出射される。また、凸レンズ123およびボイスコイル等の振動手段が必要な点は、上述した第5の実施の形態と同様である。凸レンズ123の口径や焦点距離、ボイスコイルによる振動条件等は、第5の実施の形態と同様でよい。

【0065】【第7の実施の形態】図7は、本発明の第7の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールの位相変調のパターンを示す模式図であり、(a)は

2×2ピクセルからなる直交位相の全種類（ここでは、4種類）のパターンを示し、(b)は4×4ピクセルからなる直交位相の全種類（ここでは、16種類）のパターンを示し、(c)及び(d)は16×16ピクセルからなる直交位相の256種類のうち2種類のパターンを示している。特に、(c)は本実施の形態での使用を仮定した直交位相パターンである。これらの図では、白抜きの部分と、斜線の部分とで、位相が180°異なる。すなわち、白抜きの部分同士、斜線の部分同士では、それぞれ同位相である。

【0066】ここで、入力光が位相変調されている例について説明する。本実施の形態の偽造防止シールでは、導波路ホログラムの形状は、入力部91に形成されたグレーティング、および入力レンズ系である半導体レーザ97及び凸レンズ98を除いて、上述した第5の実施の形態と同一である。

【0067】まず位相変調について説明する。一般に、N×Nのピクセルによる位相変調を用いた場合、N2種類の直交位相パターンが存在する。図7では、(a)2×2ピクセルによる4パターン、(b)4×4ピクセルによる16パターン、(c)及び(d)16×16ピクセルによる256パターンのうち2パターン、をそれぞれ示している。

【0068】これらは、上述した式(1)を満足している。ここで、2n×2n形式を例示したのは、各ピクセルの位相を0°もしくは180°の二種類のみとすることができからであり、入力光の位相変調用位相マスクを作製するのに都合が良いからである。ここで、(c)に示されるような市松模様の位相パターンを選んだとする。この図では、白と黒では180°位相が異なる。入力部91は1mm×1mmの大きさであるから、16×16ピクセルである位相パターンは、各ピクセルサイズが62.5 μ m×62.5 μ mである。

【0069】図8は本実施の形態の偽造防止シールに適用される入力光学系を示す構成図であり、(a)は実位相パターン方式の光学系、(b)はフーリエ位相パターン方式の光学系である。図において、131は偽造防止シールの入力部、132は位相マスク（位相変調手段）、133は凸レンズ、134は半導体レーザ、135は図示しないボイスコイルによる振動、136はフーリエ変換レンズ、137はコリメートレンズである。凸レンズ133は直径1.5mm、焦点距離f=3mm程度のものが用いられる。

【0070】実位相パターン方式(a)では、位相マスク132は偽造防止シールの入力部131にほぼ密着して配置される。位相マスク132はガラスエッチングもしくはプラスチック材料のスタンピングによって作製することができるが、ここでは屈折率1.5のプラスチックをマスクとして用いる。位相マスク132と偽造防止シールの位相変調は同じサイズでなければならない。位

相マスク132は、図7(c)の黒部分に対応する部分に凹部を、白部分に対応する部分に凸部をそれぞれ配置し、これらの高度差は450nmでなければならない。

【0071】この偽造防止シールの入力部に関しては、例えば、第2の実施の形態においては、図7(c)の黒部分が領域Aに、白部分が領域Bにそれぞれ相当しており、450nmの高度差を有するように作製される。また、第3の実施の形態においては、図7(c)の黒部分が領域Aに、白部分が領域Bにそれぞれ相当しており、領域Aと領域Bとでグレーティングの位相が反転する構成とされている。

【0072】一方、フーリエパターン方式(b)では、位相マスク132は実位相パターン方式と同じものを用いる。フーリエ変換レンズ136は実位相パターン方式の凸レンズ133と同じものを用いるが、位相マスク132のフーリエ像が偽造防止シールの入力部131にて結像される位置に配置する。コリメートレンズ137はレーザ光をコリメートするために設けられるもので、焦点距離は $f' = 2\text{mm}$ 程度あれば良い。

【0073】ただし、偽造防止シールとしては、入力部131の位相パターンが位相マスク132のフーリエ変換の複素共役の位相パターンで与えられるので、各ピクセルの位相は二種類では与えられず、複雑なパターンとなる。したがって、凹凸で位相を変換する請求項5の方式は採用できず、請求項6の方式のみ適用可能となる。ただし、この方法のメリットは、入力ビームの位置ずれに対して許容度が大きくなるという点にある。

【0074】また、本発明の偽造防止シールを「錠前」とし、位相マスク132を「鍵」とすれば、「錠前」と「鍵」、すなわち本発明の偽造防止シールと位相マスク132が合致するか否かで認証を行うことができる。この場合、本発明の偽造防止シールと位相マスク132が合致するか否かを認識した段階で、認証の可否を直ちに判定することができる。さらに、複数のホログラムが積層された偽造防止シールを用いれば、安全性のレベルを上げることができる。

【0075】[第8の実施の形態] 本発明の第8の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールは、第5の実施の形態の偽造防止シールとほぼ同等の偽造防止シールを用いる。ただし、コアの材料が異なる。

【0076】また、この偽造防止シールを備えた物品は、図4に示す透明カバーシール73として、厚み0.2mmのアートン樹脂のシートを用いる。被接着物71は紙である。接着部74~76は全て二液混合タイプのエポキシ系接着剤を用いる。また、コア82にフッ素添加の紫外線硬化樹脂を用いることで、コア82とクラッド81、83との間の接着強度を弱める。

【0077】以上、本発明の各実施の形態につき説明したが、本発明は、必ずしも上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、本発明にいう目的を達成し、本

発明にいう効果を有する範囲内において、適宜に変更実施することが可能なものである。

【0078】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明の導波路ホログラム型偽造防止シールによれば、シングルモード平面型光導波路内の複数カ所にホログラムを形成し、これらのホログラムのうち、少なくとも1つを、外部から前記光導波路内に入射する外部光を該光導波路内で結合して導波光とする外部光結合用ホログラムとし、少なくとも他の1つを、前記導波光を回折し得られた回折光を前記光導波路外にて結像する回折光結像用ホログラムとしたので、偽造することが極めて困難であるとともに、真贋の判別を容易に行うことができ、しかも、正当な製造者であれば容易かつ安価に製造することができる。したがって、正当な保持者の正当性を保証することができ、安全性を向上させることができる。

【0079】また、複数の光導波路を積層した構成とすれば、偽造の困難性を高めることができ、保証の正確性も高めることができる。したがって、安全性をさらに向上させることができる。

【0080】本発明の導波路ホログラム型偽造防止シールを備えた物品によれば、被接着物と偽造防止シールとの間の接着強度、偽造防止シールと透明シールとの間の接着強度、及び透明シールと被接着物との間の接着強度を、光導波路のコアとクラッドとの間の接着強度より大きいとしたので、簡単に貼ることができ、しかも、剥がしたとしても当初の状態に戻すことができず、二度と使用することができない。これを商品パッケージ等に適用すれば、この商品パッケージ等の未開封を証明することができる。

【0081】本発明の導波路ホログラム型偽造防止シールを用いた認証方法によれば、偽造防止シールと位相変調手段が合致するか否かを検知し、この検知結果に基づき認証の可否を判定するので、簡単な構成でしかも極めて短時間に認証の可否を判定することができ、しかも安全性に優れている。

【0082】以上により、本発明によれば、従来、基準とされた(1)偽造することが極めて困難であること、(2)正当な製造者は安価に製造することができること、(3)真贋の判別が容易であること、(4)簡単に貼ることができるが、剥がすことは困難であること、(5)たとえ剥がすことができたとしても、剥がすと二度と使えなくなること、(6)重要度に応じてセキュリティレベルを変更することができること、等を満たすことができ、偽造防止、及び携帯者の正当性を認証するための導波路ホログラム型偽造防止シールとそれを備えた物品及びそれを用いた認証方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る導波路ホログ

ラム型偽造防止シールを示す図であり、(a)は側面図、(b)は上面図、(c)は入力部を拡大した一部拡大断面図である。

【図2】 本発明の第2の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを示す断面図であり、(a)は入力光が導波路に結合しない場合、(b)は入力光が導波路に接合する場合である。

【図3】 本発明の第3の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを示す断面図であり、(a)は入力光が導波路に結合しない場合、(b)は入力光が導波路に接合する場合である。

【図4】 本発明の第4の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを備えた物品を示す部分断面図である。

【図5】 本発明の第5の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを示す図であり、(a)は上面図、(b)は側面図である。

【図6】 本発明の第6の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールを示す図であり、(a)は上面図、(b)は側面図である。

【図7】 本発明の第7の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールの位相変調のパターンの様々な例を示す模式図である。

【図8】 本発明の第7の実施の形態に係る導波路ホログラム型偽造防止シールに適用される入力光学系を示す構成図であり、(a)は実位相パターン方式の光学系、(b)はフーリエ位相パターン方式の光学系である。

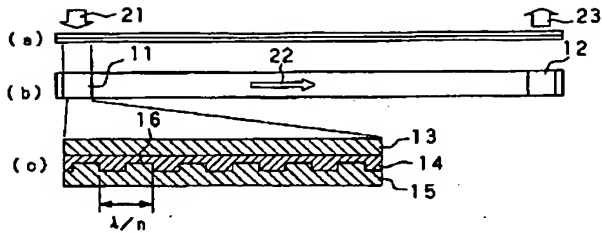
【図9】 再生専用多重ホログラムカードを示す断面図である。

【符号の説明】

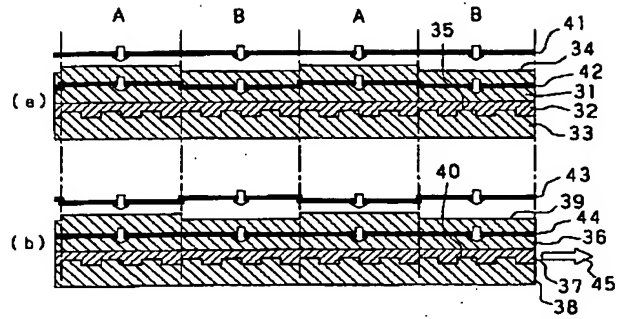
- 1 再生専用多重ホログラムカード
- 2-1~2-n クラッド
- 3-1~3-n-1 コア
- 4 反射面
- 5 レーザー光
- 6 凸レンズ
- 7 導波光
- 8 散乱要因
- 9 回折光
- 10 ホログラム像
- 11 入力部
- 12 出力部
- 13 クラッド
- 14 コア
- 15 クラッド

- 16 グレーティング
- 21 外部光
- 22 導波光
- 23 回折光
- 31、33、36、38 クラッド
- 32、37 コア
- 34、39 凹凸
- 35、40 一様グレーティング
- 41 平面波の入力光
- 42 変調された入力光
- 43 予め位相変調された入力光
- 44 平面波に変換された入力光
- 45 導波光
- 51、53、56、58 クラッド
- 52、57 コア
- 54、59 反転したグレーティング
- 61、62 平面波の入力光
- 63、64 予め位相変調された入力光
- 65 導波光
- 71 被接着物
- 72 導波路ホログラム型偽造防止シール
- 73 透明カバーシール（透明シール）
- 74~76 接着部
- 81、83 クラッド
- 82 コア
- 91 入力部
- 92 出力部
- 93 ポリカーボネートシート
- 94、96 クラッド
- 95 コア
- 97 半導体レーザ
- 98 凸レンズ
- 99 導波光
- 100 回折光
- 101 振動
- 111 680nm用入力部
- 112 532nm用入力部
- 113 出力部
- 114、116、118 クラッド
- 115 532nm用コア
- 117 680nm用コア
- 121 680nm用半導体レーザ
- 122 光ファイバ出射端
- 123 凸レンズ
- 124、125 振動

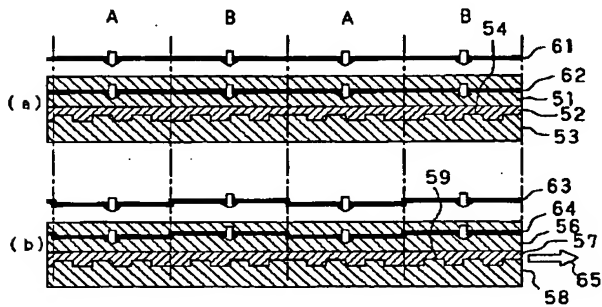
【図1】



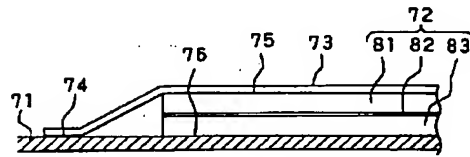
【図2】



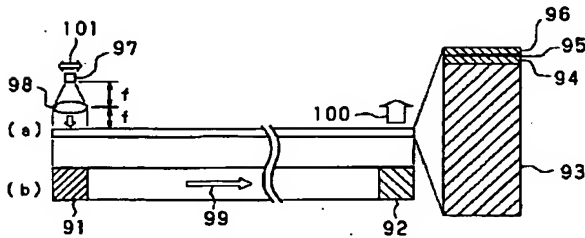
【図3】



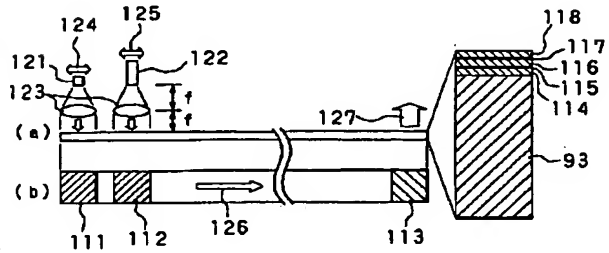
【図4】



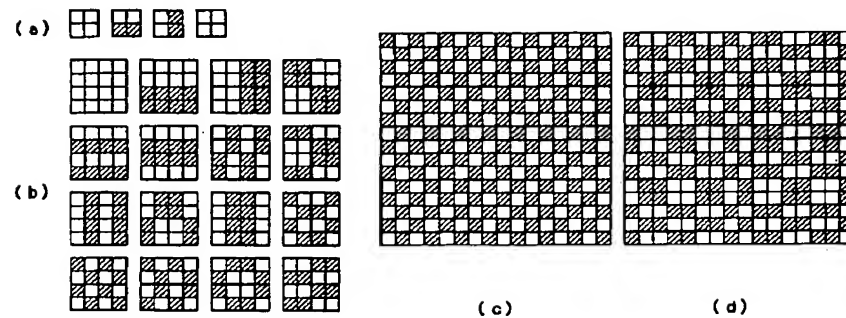
【図5】



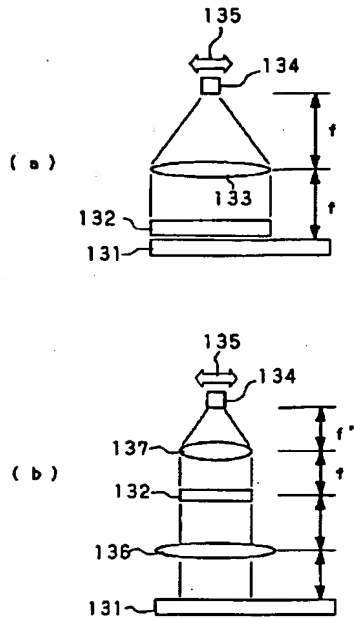
【図6】



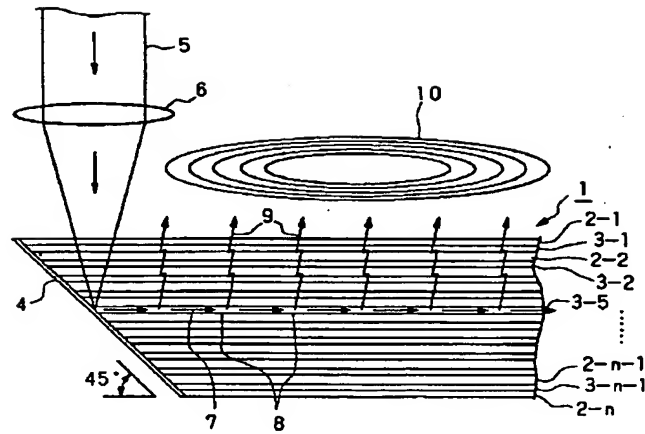
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターコード (参考)

G 0 2 B 5/32

G 0 2 B 5/32

6/12

G 0 3 H 1/22

G 0 3 H 1/22

G 0 2 B 6/12

Z

G 0 6 K 19/06

G 0 6 K 19/00

D

(72)発明者 今井 欽之

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 今村 三郎

東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 エ

ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株

式会社内

(72)発明者 館 彰之

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 2C005 HA02 HA17 HB01 HB02 HB03

HB08 JB08 JB09 JB33 JB40

2H047 LA02 MA01 QA05 TA11

2H049 AA03 AA25 AA56 AA60 AA62

AA65 CA04 CA08 CA15 CA22

2K008 AA13 CC01 EE07 FF07 FF11

HH01 HH03 HH19 HH24

5B035 AA15 BA05 BA07 BB05 BC00